

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор ООО «ЯЭМЗ»

Н.А. Песина

11 2010 г.

УТВЕРЖДАЮ

Поводитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

11 2010 г.

# Системы высокого напряжения измерительные СВН-50/70

## Методика поверки

нр. 45831-10

г. Москва  
2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Раздел</b>	<b>стр.</b>
ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....	3
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....	3
3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	4
4. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ .....	5
6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	5
7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	9

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика предусматривает методы и средства проведения первичной и периодической поверок систем высокого напряжения измерительных СВН-50/70 (далее «системы»), выпускаемых ООО «ЯЭМЗ», г. Ярославль по техническим условиям ТУ 4222-024-39189999-2010.

Системы высокого напряжения измерительные СВН-50/70 (далее – «системы») предназначены для измерения напряжения постоянного тока отрицательной полярности в диапазоне от 30 до 70 кВ и напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне действующих значений от 7,5 до 50 кВ.

Область применения – лаборатории для проведения испытаний высоковольтных кабелей и другого оборудования в различных отраслях промышленности.

Межповерочный интервал – 2 года.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1. Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
1. Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2. Проверка входного сопротивления делителя ДВН-50	6.2	Да	Нет
3. Проверка переходных сопротивлений клемм заземлений делителя и УИН	6.3	Да	Нет
4. Опробование	6.4	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в рабочих условиях	6.5	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока в рабочих условиях	6.6	Да	Да
7. Обработка результатов измерений	6.7	Да	Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной поверке.

Таблица 2. Эталонные и вспомогательные средства поверки

Наименование воспроизводимой/ измеряемой величины	Требуемый диапазон	Требуемые класс точности, погрешность	Рекомендуемый тип
Сопротивление изоляции	от 0 до 140 МОм	КТ 2,5	Мегаомметр ЭСО202
Переходное сопротивление	от 0 до 0,3 Ом	КТ 2,5	Измеритель сопротивления заземления Ф4103-М1
Напряжение постоянного тока	от 30 до 70 кВ		Источник напряжения и измерительная система эталонная ИС-100э в составе делителя напряжения ДН-100э и прибора комбинированного цифрового Щ301/1
Напряжение переменного тока	от 7,5 до 50 кВ	± 1 %	
Напряжение постоянного и переменного тока	от 30 до 70 кВ от 7,5 до 50 кВ	-	Источник высокого постоянного выпрямленного и переменного напряжения типа ИИН-50/60, сборка конденсаторов ФМ100-22
Температура	от 0 до 50 °C	± 1 °C	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	± 200 Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	± 1 %	Психрометр аспирационный М34-М

### 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки следует руководствоваться требованиями по технике безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.3.019-80, "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей", «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также требованиями, указанными в документации на средства поверки и поверяемое оборудование.

3.2 Средства поверки, вспомогательные средства и оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 51350-99 и ГОСТ 22261-94.

3.3 К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок с напряжением свыше 1000 В и имеющие группу по электробезопасности не ниже IV.

## 4. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность  $(30\ldots80)\%$ ;
- атмосферное давление  $(84\ldots106)$  кПа или  $(630\ldots795)$  мм. рт. ст.
- напряжение питающей сети переменного тока номинальной частотой  $50\text{ Гц}$ , действующее значение  $220\text{ В}$ . Допускаемое отклонение от нормального значения при поверке:  $\pm 10\%$ . Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения: не более  $5\%$ .

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

5.1. Установить в рабочее положение эталонную и поверяемую измерительные системы, соблюдая условия и правила, предусмотренные их руководствами по эксплуатации (проверить на соответствие расположение оборудования, находящегося под напряжением по отношению к окружающим предметам и стенам, конфигурацию токоведущих проводов, длину кабеля и параметры нагрузки на выходе кабеля и т.п.).

5.2. Подключить измерительные системы и остальное оборудование согласно приведенным в Приложениях А и Б схемам для переменного или выпрямленного напряжений.

5.3. Разместить используемые при проведении поверки контрольно-измерительные приборы в непосредственной близости от пульта управления.

5.4. Клеммы заземления приборов и оборудования присоединить голым проводом к контуру заземления.

5.5. Проверить исправность блокировок и закрыть двери на высоковольтное поле.

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть дефектов, повреждений и загрязнений на наружных поверхностях элементов поверяемой измерительной системы. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпусов не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

### 6.2 Проверка входного сопротивления делителя ДВН-50

Проверка проводится, для того, чтобы убедиться в отсутствии обрывов или коротких замыканий в цепи делителя. Проверка выполняется с помощью мегаомметра (например, ЭСО202), который включается между высоковольтным входом делителя и клеммой заземления. При этом делитель отключается от источника высоких напряжений и эталонной системы. По завершению проверки вход делителя ДВН-50 вновь соединяется с эталонной системой и с выходом источника высоких напряжений.

Измеренное значение сопротивления должно быть не менее  $84\text{ МОм}$ .

При несоблюдении этого требования и наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

### **6.3 Проверка переходных сопротивлений клемм заземлений делителя и УИН**

Проверка выполняется с помощью измерителя сопротивления заземления (например, Ф4103-М1), который включается между клеммой заземления и нижним экраном делителя ДВН-50 и между клеммой заземления измерителя УИН и его корпусом. Измерения проводятся на пределе «0,3 Ом».

Измеренное значение сопротивления должно быть не более 0,05 Ом.

При несоблюдении этого требования и наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

### **6.4 Опробование**

Опробование проводится одинаковым образом на напряжении постоянного и переменного тока.

Для этого, включить источник высокого напряжения и повышать напряжение на его выходе плавно или ступенями за время не менее 2 мин до значения, равного номинальному входному напряжению делителя в составе поверяемой системы измерений, контролируя это значение по поверяемой и эталонной ИС. Выдержать наибольшее приложенное напряжение в течение не менее 2 мин. Затем напряжение на выходе источника высоких напряжений снизить до нуля и выключить источник.

Во время опробования не должно наблюдаться каких-либо пробоев или перекрытий изоляции.

При несоблюдении этого требования и наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

### **6.5 Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в рабочих условиях**

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в рабочих условиях производится методом непосредственного сличения показаний поверяемой системы с показаниями эталонной измерительной системы по схеме, приведенной в Приложении А.

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в рабочих условиях проводится следующим образом:

- установить переключатель коэффициента деления на входе амплитудного вольтметра ППН-2+Щ301/1 на значение  $K=10000$ , включить тумблеры «СЕТЬ» и дать прогреться требуемое по инструкции время;

- переключить источник высоких напряжений ИИН-50/60 в режим «~» и включить его;  
- установить переключатель измерения переменного напряжения в положение « $\times 0,5$ »;  
- включить УИН тумблером «СЕТЬ».

- для проведения измерений плавно изменяя напряжение ИИН-50/60 установить по стрелочному прибору УИН 15 кВ.

- снять показания прибора Щ 301/1, повторить измерения 10 раз;  
- аналогичным образом провести измерения в точках 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 кВ;  
- установить переключатель измерения переменного напряжения в положение « $\times 0,25$ »;  
- плавно изменяя напряжение ИИН-50/60 установить по стрелочному прибору УИН значение напряжения 15 кВ;

- снять показания прибора Щ 301/1, повторить измерения 10 раз;  
- аналогичным образом провести измерения в точке 25кВ

Провести обработку результатов измерений по методике п. 6.7.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в рабочих условиях не должны превышать  $\pm 3\%$ .

При несоблюдении этого требования поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 6.6 Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока в рабочих условиях

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока в рабочих условиях производится методом непосредственного сличения показаний поверяемой системы с показаниями эталонной измерительной системы по схеме, приведенной в Приложении Б.

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока в рабочих условиях проводится следующим образом:

-установить переключатель коэффициента деления на входе амплитудного вольтметра ППН-2+Щ301/1 на значение  $K=10000$ , включить тумблеры «СЕТЬ» и дать прогреться требуемое по инструкции время;

- переключить источник напряжений ИИН-50/60 в режим «=» и включить его;

- включить УИН тумблером «СЕТЬ»;

- плавно изменяя напряжение ИИН-50/60, установить по прибору УИН значение первой ступени напряжения 30 кВ;

- снять показания прибора Щ301/1, записать измеренное значение в протокол;

- повторить измерения 10 раз, контролируя при этом сохранение установленного по стрелочному прибору УИН значения 30 кВ;

- аналогичным образом провести измерения на других ступенях напряжений 40, 50, 60, 70 кВ.

Провести обработку результатов измерений по методике п. 6.7.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока в рабочих условиях не должны превышать  $\pm 3\%$ .

При несоблюдении этого требования поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 6.7 Обработка результатов измерений

Обработка результатов измерений проводится в следующей последовательности:

- по результатам измерений на каждой  $j$ -ой ступени определяют и заносят в протокол относительные расхождения  $\Delta_i$  между показаниями поверяемой ИС и эталонной по формуле, в процентах:

$$\Delta_i = 100 * (U_x - K * U_o) / K * U_o, \quad (1)$$

где  $U_x$  – показания поверяемого прибора измерителя, кВ;

$U_o$  – показания рабочего эталона, кВ;

$K$  - коэффициент деления измерительной системы ИС-100Э;

- определяют среднее для  $j$ -ой ступени значение  $\Delta_j$  по формуле:

$$\Delta_j = (1/n) \sum \Delta_i, \quad (2)$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

- находят среднее квадратическое отклонение  $S_j$  случайной составляющей погрешности для  $j$ -ой ступени по формуле:

$$S_j = \sqrt{\sum (\Delta_i - \Delta_j)^2 / n(n-1)} \quad (3)$$

и затем вычисляют доверительные границы случайной погрешности при доверительной вероятности  $P = 0,95$  по формуле:

$$\varepsilon_j = \pm t^* S_j, \quad (4)$$

где  $t$  - коэффициент Стьюдента, который при  $P = 0,95$  для  $n=10$  равен 2,262;

- доверительные границы неисключенной систематической погрешности (НСП)  $\theta$  результата измерения для доверительной вероятности  $P=0,95$  вычисляют по формуле:

$$\theta = \pm 1,1 * \sqrt{\sum \theta_k^2} \quad k = 1,2, \dots, m \quad (5)$$

где  $\theta_k$  -  $k$ -ая компонента НСП,  $m$  - число учитываемых компонент;

при этом оценка  $\theta$  соответствует НСП эталонной ИС;

- оценки границ основной относительной погрешности для  $j$ -ой ступени измерения проводятся с учетом соотношений (1)–(5) и в случае, когда выполняются условия  $0,8 \leq \theta(P) / S \leq 8$ , рассчитываются по формуле:

$$\delta_j = \Delta_j \pm \eta [ \varepsilon(P) + \theta(P) ] \quad (6)$$

где  $\eta$  - табулированный множитель, значения которого в зависимости от отношения  $s(P) / \theta(P)$  находятся в пределах от 0,71 до 1,0;

- если же  $\theta(P)/S < 0,8$ , то неисключенной систематической погрешностью можно пренебречь и оценка границ  $\delta_j$  находится по формуле:

$$\delta_j = \Delta_j \pm \varepsilon(P) \quad (7)$$

- в случае, когда  $\theta(P) / S > 8$ , пренебрегают случайной составляющей, и оценка границ  $\delta_j$  находится по формуле:

$$\delta_j = \Delta_j \pm \theta(P) \quad (8)$$

Определение верхнего предела  $\delta_v$  и нижнего предела  $\delta_n$  основной относительной погрешности в полном диапазоне рабочих напряжений производится путем выбора максимального и минимального значений погрешностей из полученных оценок  $\delta_j$  с учетом соотношений (6) – (8) по следующим формулам:

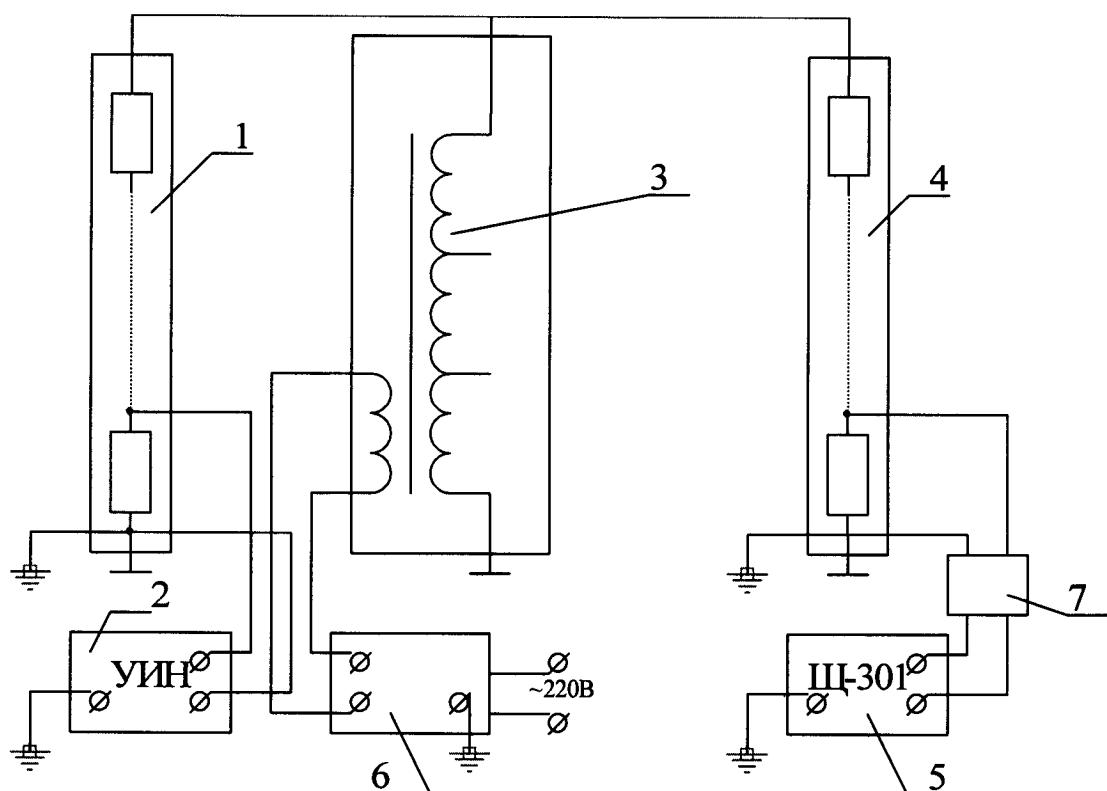
$$\delta_v = \delta_j \max \text{ и } \delta_n = \delta_j \min \quad (9)$$

## **7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

При положительных результатах поверки на корпус прибора наносится поверительная наклейка, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке.

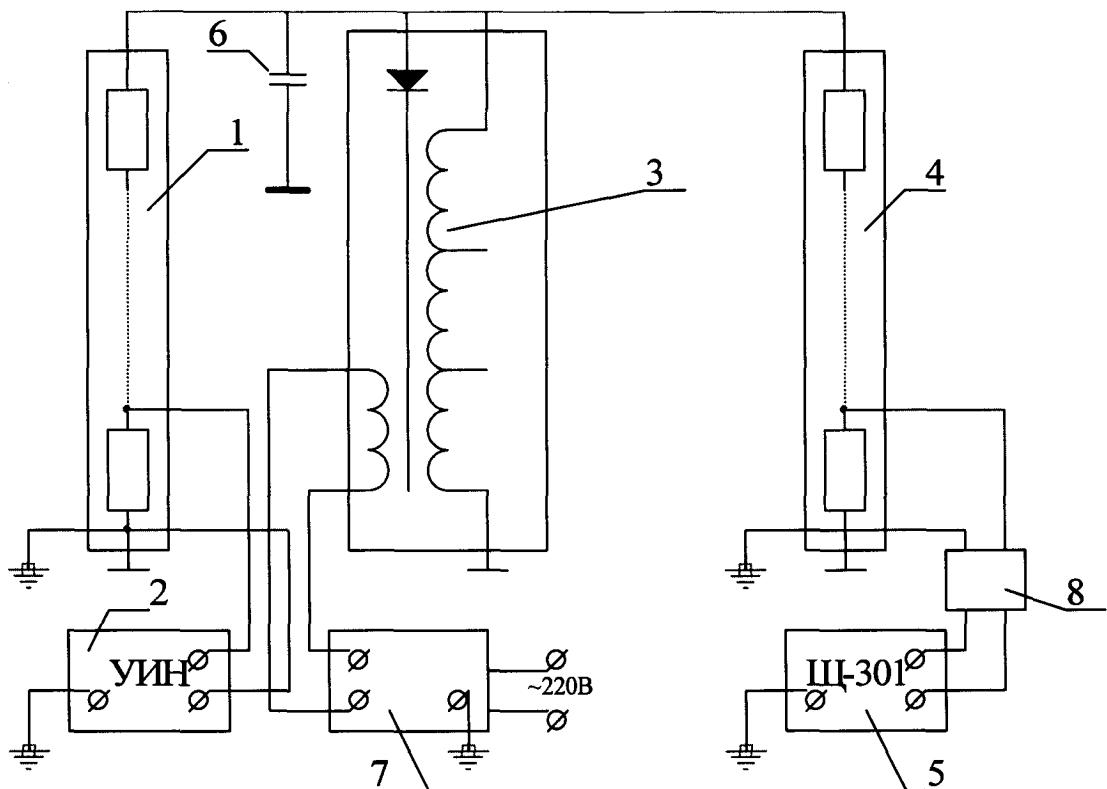
При отрицательных результатах поверки в паспорт вносится запись о непригодности измерителя к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

## **Схема подключения приборов при определении пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в рабочих условиях**



1. Делитель высокого напряжения ДВН-50.
  2. Устройство измерения напряжения УИН.
  3. Источник испытательного напряжения ИИН-50/60.
  4. Делитель напряжения ДН-100Э.
  5. Прибор комбинированный цифровой ЩЗ01/1.
  6. Регулятор напряжения.
  7. Блок ППН-2.

**Схема подключения приборов при определении пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока в рабочих условиях**



1. Делитель высокого напряжения ДВН-50.
2. Устройство измерения напряжения УИН.
3. Источник испытательного напряжения ИИН-50/60.
4. Делитель высокого напряжения ДН-100э.
5. Прибор комбинированный цифровой Щ301/1.
6. Три конденсатора ФМ100-22 соединенных параллельно.
7. Регулятор напряжения.
8. Прибор ПИН-2.